

تأثیر دو شیوه تمرینی تداومی و تناوبی منتخب بر حاصل ضرب دوگانه استراحتی، فعالیت ورزشی، و بازیافت بیماران قلبی پس از جراحی بای‌پس عروق کرونر (CABG)

❖ علی اصغر فلاحي: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران*

❖❖ دکتر عباسعلی گائینی: استاد دانشگاه تهران

❖❖❖ دکتر محمدرضا کردی: دانشیار دانشگاه تهران

❖❖❖❖ دکتر مصطفی نجاتیان

چکیده:

مقدمه: حاصل ضرب دوگانه (RPP) شاخص غیرمستقیم و کاربردی برای بررسی میزان اکسیژن مصرفی قلب است که در برآورد مرگ و بروز بیماری عروق کرونری و ایسکمی قلبی اهمیت بالینی شناختی و قابلیت پیش‌بینی بالایی دارد. اطلاعات کمی درباره تأثیر شیوه‌های گوناگون فعالیت ورزشی بر RPP بیشینه و زیربیشینه وجود دارد. از این‌رو، هدف از انجام این پژوهش عبارت است از بررسی تأثیر دو شیوه تمرینی هوازی تداومی و تناوبی منتخب بر RPP هنگام فعالیت ورزشی و در دوره بازیافت پس از آزمون ورزشی در بیماران قلبی پس از جراحی بای‌پس عروق کرونر (CABG).

۳۳ بیمار قلبی پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری (۳۰ مرد و ۳ زن) با میانگین سنی $58/33 \pm 9/50$ سال و میانگین شاخص توده بدنی $27/05 \pm 3/55$ کیلوگرم بر مترمربع گزینش شدند و در سه گروه تمرین هوازی تداومی ($n=12$)، تمرین هوازی تناوبی ($n=12$)، و کنترل ($n=9$) قرار گرفتند. برنامه گروه تداومی شامل ۳۰ تا ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی تداومی با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب اوج، و برنامه گروه تمرین تناوبی شامل ۲۷ تا ۴۴ دقیقه (با سه تناوب ۹ تا ۱۵ دقیقه‌ای) با شدت ۷۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب اوج بر روی دوچرخه ثابت، ارگومتر دستی، و نوارگردان بود. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه در برنامه ورزشی شرکت داشتند. از پروتکل اصلاح‌شده بروس برای بررسی تغییرات ضربان قلب و RPP استفاده شد. همچنین، آزمون‌های t زوجی برای مقایسه میانگین تغییرات درون‌گروهی به کار رفت. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶، و آکسل ۲۰۱۰ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

هر دو برنامه تمرین ورزشی تداومی و تناوبی در مقایسه با گروه کنترل تأثیر معناداری بر موارد زیر داشتند: کاهش RPP در حالت استراحت (تداومی $P=0/01$ ، تناوبی $P=0/02$)، در دقیقه سوم (تداومی $P=0/008$ ، تناوبی

($P=0/01$)، در دقیقه ششم (تداومی $P=0/02$ ، تناوبی $P=0/03$)، در دقیقه نهم (تداومی $P=0/07$ ، تناوبی $P=0/01$)، و در وضعیت بیشینه (تداومی $P=0/01$ ، تناوبی $P=0/01$)، هر دو شیوه تمرین ورزشی بر میزان مطلق حاصل ضرب دوگانه در دقایق ۱، ۲ و ۳ دوره بازیافت تأثیر معناداری نداشتند.

این پژوهش نشان داد تمرین‌های تداومی و تناوبی با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب اوج بر RPP استراحتی، RPP زیربیشینه، و کاهش RPPR، همچنین افزایش RPP بیشینه تأثیر معنادار و کاهنده‌ای دارد. این به معنی افزایش کارایی عضله قلبی و نیازهای سوخت‌وسازی بعد از یک دوره برنامه ورزشی تداومی و تناوبی در بیماران قلبی بعد از بای‌پس عروق کرونری است.

کلید واژه: بازتوانی قلبی، حاصل ضرب دوگانه، فعالیت ورزشی، کارایی قلبی و تنفسی.

Email: ali.fallahi62@gmail.com

مقدمه

بی‌شک بیماری‌های قلبی-عروقی (CVDs)، به خصوص مهم‌ترین نوع آن، یعنی بیماری عروق کرونری (CAD)، علت اصلی مرگ در جهان امروزند (۱۹). در ایران نیز CAD عامل اصلی مرگ و ناتوانی است. گفته شده در حدود ۵۰ درصد تمام مرگ‌ها در ایران ناشی از CAD و عوارض و پیامدهای ناشی از آن است (۲۳). این رقم طبق پیش‌بینی‌های انجام شده، تا سال ۲۰۲۰ به بیش از ۷۵ درصد کل مرگ‌ها می‌رسد (۱۲، ۲۸).

بعد از بروز سکته قلبی یا آنژین صدری (درد سینه) حاد که عمدتاً به دلیل اختلال و بدکاری بافت اندوتلیال عروق کرونری و گرفتگی این عروق روی می‌دهد، پزشکان در صدد باز کردن محل انسداد، گذاشتن رگ سالم به جای رگ معیوب، یا عمل جراحی بای‌پس عروق کرونری (CABG) برمی‌آیند. بعد از عمل جراحی، وضعیت بیماران به دلیل آثار عمل جراحی و بی‌حرکی مطلق، چندان مناسب نیست و این بیماران از توانایی حرکتی و عملکردی کمتری در مقایسه با قبل از عمل برخوردارند و اغلب از درد سینه و عوارض دیگر

شکایت می‌کنند. برخی از مهم‌ترین پیامدهای نامطلوب عمل جراحی و بی‌حرکی اجباری بیماران CABG عبارت‌اند از کاهش ظرفیت عملکردی یا استقامت قلبی-عروقی، درد محل جراحی (سینه)، درد محل‌های برداشت رگ (سینه، دست‌ها، و پاها)، کاهش کیفیت زندگی، کاهش اشتها، و عوارض تداخلات دارویی شامل افزایش تعریق بیش از حد (۱۴).

بر اساس توصیه انجمن قلبی امریکا و اروپا، همچنین ایران، به بیماران توصیه می‌شود بعد از عمل جراحی، برای بازگشت به روند ظرفیت توانایی عملکردی و رفع عوارض ناشی از جراحی، حتماً در برنامه‌های بازتوانی و فعالیت‌های ورزشی شرکت کنند. برنامه‌های فعالیت ورزشی موجب بهبود ظرفیت عملکردی و کاهش عوامل خطرزای جدید و سنتی در بیماران قلبی می‌شود (۱، ۲). برنامه ورزشی تداومی از رایج‌ترین پروتکل‌های فعالیت ورزشی در بازتوانی بیماران قلبی است. برنامه تناوبی پرشدت یا فعالیت ورزشی با استراحت معین بین تکرارهای فعالیت از شیوه‌های پرکاربرد است که اخیراً (۲۰۱۰) توجه اغلب پژوهشگران قلب و عروق

بیشینه تلاشی بی خطر است و در بیماران قلبی هنگام بازتوانی با ورزش های استقامتی و قدرتی قابل تحمل استفاده می شود.

بر اساس اطلاعات به دست آمده، تاکنون پژوهشی به بررسی این متغیر هنگام بازیافت بعد از فعالیت یا آزمون ورزشی نپرداخته است. همچنین، پژوهش های انجام شده درباره بررسی تغییرات RPP در پی فعالیت ورزشی، نتایج ضد و نقیضی نشان می دهند.

سانتا کلارا و همکارانش (۲۲) نشان دادند یک سال ترکیب تمرین ورزشی هوازی و تمرین باوزنه تأثیر معناداری بر RPP بیماران عروق کرونری ندارد، در حالی که کنستانتین و همکارانش (۱۵) نشان دادند تمرین ورزشی ترکیبی، RPP در دقیقه ۶ آزمون ورزشی را به میزان معناداری در گروه های ورزشی کاهش می دهد. همچنین، برخی پژوهش ها نشان دهنده تأثیر بهتر تمرین تناوبی پرشدت، در مقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط، بر ظرفیت توانایی عملکردی بیماران قلبی است (۲۷).

با توجه به جستجویی که ما انجام دادیم پژوهشی تأثیر فعالیت های ورزشی پرشدت بر RPP را بررسی نکرده است. از این رو، هدف از پژوهش حاضر عبارت است از بررسی تأثیر دو شیوه تمرینی (تداومی و تناوبی) بر حاصل ضرب دوگانه استراحتی، فعالیت ورزشی، و بازیافت بیماران قلبی پس از جراحی بای پس عروق کرونری (CABG).

را به خود جلب کرده است (۱۳، ۲۴، ۲۷). حاصل ضرب دوگانه^۱ (RPP) شاخص غیرمستقیم و کاربردی در بررسی میزان اکسیژن مصرفی قلب است که در برآورد بروز بیماری عروق کرونری و ایسکمی قلبی اهمیت بالینی شناختی و قدرت پیش بینی بالایی دارد. این شاخص تخمین مناسبی از اکسیژن مصرفی میوکاردی در شرایط گوناگون، از جمله فعالیت های ورزشی ایستا و پویاست و برابر است با حاصل ضرب ضربان قلب در فشار خون سیستولی (۳، ۱۰، ۱۷). با توجه به تغییرات ضربان قلب و فشار خون هنگام فعالیت ورزشی، RPP شاخص مهم بررسی عملکرد قلبی هنگام فعالیت ورزشی است (۱۰). کاهش این متغیر هنگام استراحت، نشان دهنده بهبود کارایی عضله قلبی است. همچنین، با توجه به تحقیقات اخیر مبنی بر اهمیت بسیار بالای ضربان قلب بازیافت (۷، ۲۰) در پیش بینی مرگ و بهبود عملکرد قلبی، RPP در حالت بازیافت^۲ (RPPR) اطلاعات پیشگوکننده و بارز تری دارد. RPP هنگام فعالیت ورزشی پیش رونده، با افزایش شدت فعالیت ورزشی، ضربان قلب و فشار خون افزایش می یابد. RPP هنگام بیشینه فعالیت ورزشی پنج برابر بیش از حالت استراحتی است (۳). در عمل، RPP راهنمای تجویز فعالیت ورزشی به بیماران قلبی است (۲۱).

آدامز و همکارانش (۳، ۴) این عامل را شاخص کاربردی تجویز فعالیت ورزشی در بیماران قلبی می شناسند. برای مثال، با ضرب بیشینه ضربان قلب ۱۵۰ ضربه در دقیقه (با شاخص درک فشار ۱۵) در فشار خون سیستولی ۲۴۰ میلی متر جیوه، RPP ۳۶۰۰۰ به دست می آید که فعالیت ورزشی بیشینه و

1. Rate Pressure Product
2. Rate Pressure Product in Recovery

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل است و با هدف مقایسه تأثیر دو برنامه تمرین ورزشی هوازی تداومی و تناوبی منتخب بر ظرفیت عملکردی بیماران POST CABG انجام شد.

آزمودنی‌ها طبق برنامه از پیش تعیین شده برای شرکت در برنامه بازتوانی در جلسه آموزش مشترک شرکت کردند و با نحوه انجام برنامه آشنا شدند. تعداد آزمودنی‌ها با توجه به پژوهش‌های پیشین در این زمینه تعیین شد (۲۷).

(ب) آزمون‌ها

آزمون‌ها عبارت بود از ارزیابی قد (با استادیومتر مدل SECA، ساخت آلمان، با دقت ۰/۱ میلی‌متر)، وزن (با ترازوی مدل سکا، ساخت آلمان، با دقت ۰/۱ کیلوگرم)، فشار خون (با استفاده از دستگاه فشارخون دیجیتال مدل Medical Space labs، ساخت آمریکا)، ضربان قلب (با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج پولار مدل CE، Polar beat ۰۵۳۷، T۳۱، N۲۹۶۵، ساخت فنلاند)، ریتم قلبی از طریق EKG (با دستگاه الکتروکاردیوگرام، مدل MHC ۱۲۰۰، ساخت آمریکا)، و آزمون ورزشی (با دستگاه آزمون ورزشی مدل Kansas USA، ساخت آمریکا). به منظور پایایی آزمون‌ها، تمامی آزمون‌ها در محلی ثابت و زیر نظر محقق، پزشکان، و کارکنان مرکز و از طریق برنامه‌ای مشترک انجام شد.

(ج) تست ورزشی

به بیماران توصیه شد سه ساعت قبل از زمان تعیین شده جهت انجام آزمون، از خوردن غذای سنگین خودداری کنند. همچنین، از تمامی بیماران خواسته شد همه داروهای قلبی خود را مصرف نکنند. پروتکل تست ورزش بروس اصلاح استفاده شد. آزمون بدین صورت انجام گردید که بعد از

(الف) آزمودنی‌ها، جامعه آماری، و نحوه انتخاب نمونه‌ها

جامعه آماری این پژوهش عبارت بود از تمامی بیماران POST CABG که از تاریخ ۸۸/۳/۲۰ تا ۸۸/۱۲/۲ برای اجرای برنامه بازتوانی به بخش بازتوانی مرکز قلب تهران مراجعه کرده بودند. برای شرکت در پژوهش از طریق فراخوان از همه بیماران علاقه‌مند دعوت به همکاری شد. بعد از آن ارزیابی‌های بالینی اولیه از بیماران به عمل آمد. این ارزیابی‌ها عبارت بودند از شدت و میزان بیماری قلبی، بررسی کسر تزریقی^۱ (EF)، و ناهنجاری‌های قلبی و عروقی دیگر. بیمارانی که EF کمتر از ۳۰ و تاکی کاردیا یا برادی کاردیا داشتند، و ظرفیت عملکردی آن‌ها کمتر از ۵ مت بود حذف شدند (۲۶). از بین آن‌ها ۳۳ بیمار (۳۰ مرد و ۳ زن) که واجد شرایط بودند و منع حرکتی نداشتند، به صورت داوطلبانه و غیر تصادفی انتخاب شدند. از بین بیماران شرکت‌کننده در طرح، ۱۲ نفر (۱۱ مرد و ۱ زن) در برنامه گروه تمرین ورزشی هوازی تداومی، ۱۲ نفر (۱۱ مرد و ۱ زن) در برنامه گروه تمرین ورزشی هوازی تناوبی، و ۹ نفر (۸ مرد و ۱ زن) نیز در گروه کنترل قرار گرفتند.

قبل از شروع برنامه تمرین ورزشی، تمامی

1. ejection fraction

و در محل مخصوص و در برگه مخصوص دیجیتالی فرد ثبت گردید. از آنجا که حاصل ضرب دو گانه حاصل ضرب فشار خون در ضربان قلب است، هنگام فعالیت ورزشی (دقایق ۳، ۶، ۹ و حداکثر تلاش)، همچنین حاصل ضرب دو گانه هنگام بازیافت پس از آزمون ورزشی این متغیر را دستگاه محاسبه می کرد و در برگه مخصوص فرد ثبت می شد. به منظور بررسی راحتی تر، تغییرات میزان RPPR بدین صورت محاسبه گردید:

$$RPPR = (RPP - RPP_{max}) \times 100$$

(در دقایق ۱ تا ۳) RPP - RPP_{max}

با توجه به این معادله، میزان حاصل ضرب دو گانه هنگام بازیافت بعد از آزمون ورزشی، قبل و بعد از برنامه، همچنین اختلاف مطلق بین قبل و بعد و درصد اختلاف در هر سه گروه محاسبه شد.

۵) برنامه های ورزشی

برنامه های ورزشی مشابه با پژوهش ویسلف و همکارانش (۲۷) و استانداردهای کالج طب ورزشی آمریکا (ACSM) (۲۶) طراحی و بر اساس پروتکل جدول ۱ انجام شد. همچنین، همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می کنید، برنامه های ورزشی بعد از انجام تست ورزش مرحله اول و بر اساس اصول علم تمرین تعدیل شد. برخی از مهم ترین اصول علم تمرین که با شرایط و مشکلات بیماران هماهنگ بود و در برنامه به کار رفت عبارت بودند از افزایش پیش رونده بار کار، متنوع بودن برنامه، و تنظیم برنامه به صورت فردی و هدف مند. طول دوره انجام پژوهش دو ماه بود که بیماران هر هفته سه جلسه در

ورود بیمار به اتاق آزمون، دوازده اشتقاق مربوط به ارزیابی نوار قلب بیمار بر روی سینه بیمار نصب شد و کابل های مربوط در جای مخصوص به خود قرار گرفت. سپس، بیمار روی نوار گردان فراخوانده شد و با اجرای برنامه از طریق رایانه متصل به نوار گردان، مراحل آزمون طبق پروتکل آغاز گردید. از بیمار خواسته شد تا هنگام تست ورزش، در صورت بروز درد در ناحیه سینه یا در اندام و تنگی نفس به متخصص آزمونگر گزارش دهد. علاوه بر این، در انتهای هر مرحله از آزمون، فشار خون بیمار از طریق دستگاه فشارخون دستی و گوشی اندازه گیری شد و در رایانه ثبت گردید. همچنین، در مراحل مختلف انجام آزمون، EKG بیمار ثبت شد و در صورت بروز هر گونه مشکل، اعم از افت قطعه ST، معکوس شدن موج T، همچنین وجود اختلال در ریتم ضربان (PHC، PVC)، درد در ناحیه سینه، درد در اندام و محل های برداشت رگ، خستگی عمومی، و جز آن، آزمون قطع شود. دلیل قطع شدن تست ورزش در گزارش آزمون ذکر می شد.

۵) اندازه گیری ضربان قلب، فشارخون، و حاصل ضرب دو گانه

ضربان قلب استراحتی آزمودنی ها قبل از آزمون در وضعیت نشسته از شریان بازویی گرفته شد. ضربان قلب هنگام فعالیت ورزشی با دستگاه تست ورزش و الکتروکاردیوگرام دوازده اشتقاقی، به صورت خودکار ثبت شد. فشار خون آزمودنی ها نیز هر ۳ دقیقه یک بار با پیمای از سوی دستگاه هنگام فعالیت ورزشی، و بعد از آن هر دقیقه یک بار با استفاده از دستگاه فشار خون دستی توسط آزمونگر گرفته شد

این برنامه شرکت می کردند.

با توجه به وضعیت بیماران و ناتوانی ویژه آنها بر اثر باز شدن قفسه سینه، و جراحی بخشی از اندام تحتانی و فوقانی به منظور برداشت رگ، برنامه‌ها به گونه‌ای طراحی شد که به برطرف شدن ضایعه در نواحی سینه، پاها و دست‌ها کمک کند. از این رو، سه وسیله پر کاربرد نوارگردان، دوچرخه ثابت (علاوه بر تقویت قلب و عروق و ریه برای بهبود زخم جراحی نواحی سینه و اندام تحتانی)، و ارگومتر دستی (بهبود توانایی قلب و عروق و تقویت عضلات ناحیه اندام فوقانی و کمک به برطرف شدن زخم ناشی از جراحی در ناحیه دست و سینه) استفاده شد. برنامه تمرین ورزشی هوازی تناوبی. برنامه گروه تناوبی شامل ۳۰ تا ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی تناوبی با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب اوج و بر روی نوارگردان و ارگومتر دستی طبق پروتکل جدول ۱ تنظیم شد. بیماران بعد از انجام فعالیت بر روی نوارگردان (مدل HP Cosmos ساخت آلمان) و بعد ارزیابی فشارخون، فعالیت بر روی ارگومتر دستی (مدل Technogym ساخت ایتالیا) را انجام دادند.

تمرین ورزشی هوازی تناوبی. برنامه گروه تمرین تناوبی شامل ۲۷ تا ۴۴ دقیقه فعالیت تناوبی (سه تناوب ۹ تا ۱۵ دقیقه‌ای) با شدت ۷۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب اوج بر روی دوچرخه ثابت، ارگومتر دستی، و نوارگردان انجام شد. بین تناوب‌ها، با توجه به شرایط بدنی، هر یک از بیماران ۵ تا ۱۰ دقیقه استراحت می کردند.

به بیماران گروه کنترل نیز گفته شد فعالیت‌های معمول خود را انجام دهند و هر روز ۳۰ تا ۴۵ دقیقه

را به پیاده‌روی اختصاص دهند.

ملاحظات کلی در جلسات انجام برنامه‌های ورزشی به قرار زیر بود:

۱. برای بررسی وضعیت بدنی و فیزیولوژیایی بیمار در ابتدا و انتهای هر جلسه، فشار خون بیماران و ضربان قلب آنها ارزیابی شد. در صورت بروز ناهنجاری حاد هنگام فعالیت ورزشی، در همان لحظه از الکتروکاردیوگرام بیمار پرینت گرفته می شد و علت بررسی می شد. با توجه به وضعیت بیمار و در صورت وجود علایمی از قبیل درد در ناحیه سینه، سرگیجه، حالت تهوع، و جز آن برنامه قطع می شد و بیمار به همراه پرونده و شرح حال آن جلسه به متخصصان مربوط ارجاع داده می شد.
۲. هنگام برنامه ورزشی با توجه به دایر بودن سیستم کنترل از راه دور^۱ (مدل Telemetry ساخت شرکت ایرانی آوسینا)، عواملی از قبیل ریتم و ناهنجاری‌ها هنگام فعالیت ورزشی (برای مثال PVC، PHC، PVC، افت قطعه^۲ ST و معکوس شدن موج T)، همچنین ضربان قلب کنترل شد.
۳. برای اطمینان از پیش‌رونده بودن و در صورت نیاز اصلاح برنامه، شدت، تغییرات فشار خون، ضربان قلب، و سرعت دستگاه در دقایق ۵، ۱۰، ۲۰، و ۳۰ ثبت شد و با جلسات قبل مقایسه گردید. در صورت بهبود برای افزایش انگیزه بیمار به وی گفته می شد.
۴. برای افزایش میل و رغبت بیماران برای شرکت

1. telemetry monitoring
2. st depression

جدول ۱. شرح کامل پروتکل‌های ورزشی تداومی و تناوبی به همراه جزئیات اعمال شده در پژوهش

پارامتر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰					
تداومی																																																							
تناوبی																																																							
تداومی																																																							
تناوبی																																																							
تداومی																																																							
تناوبی																																																							
تداومی																																																							
تناوبی																																																							

($P=0/62$)، و کاهش حاصل ضرب دو گانه در حالت استراحتی [تداومی ($P=0/12$)، تناوبی ($P=0/02$)، و کنترل ($P=0/55$)]، در دقیقه سوم [تداومی ($P=0/00$)، تناوبی ($P=0/01$)، و کنترل ($P=0/09$)]، در دقیقه ششم [تداومی ($P=0/02$)، تناوبی ($P=0/03$)، و کنترل ($P=0/15$)]، در دقیقه نهم [تداومی ($P=0/00$)، تناوبی ($P=0/00$)، و کنترل ($P=0/29$)]، و در وضعیت پیشینه آزمون ورزشی [تداومی ($P=0/01$)، تناوبی ($P=0/00$)، و کنترل ($P=0/68$)]. در حالی که فعالیت ورزشی تداومی و تناوبی تأثیر فزاینده‌ای بر ضربان قلب پیشینه دارد، ولی این میزان افزایش از نظر آماری معنادار نبود [تداومی ($P=0/10$)، تناوبی ($P=0/14$)، و کنترل ($P=0/54$)].

در مقایسه با قبل از برنامه، در هر دو گروه ورزشی و در گروه کنترل، فشار خون سیستولی در حالت استراحتی به میزان کمی کاهش [تداومی ($P=0/36$)، تناوبی ($P=0/89$)، و کنترل ($P=0/58$)]، و فشار خون دیاستولی [تداومی ($P=0/42$)، تناوبی ($P=0/10$)، و کنترل ($P=0/22$)] کمی افزایش یافت. این میزان تغییرات از نظر آماری معنادار نبود. همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌کنید، هر دو شیوه فعالیت ورزشی بر میزان مطلق RPPR در دقایق ۱، ۲ و ۳ تأثیر معناداری نداشتند، ولی درصد تغییرات تفاوت‌های RPPR قبل و بعد از برنامه در گروه‌های تمرینی، در مقایسه با تغییرات درون گروهی گروه کنترل معنادار نبود (جدول ۵). تغییرات RPP حالت استراحتی، فعالیت، و باز یافت برای بررسی بهتر در شکل‌های ۱ تا ۳ نمایش داده شده است.

در برنامه، همچنین تغییر الگوی کم تحرکی آن‌ها و بهبود نگرش‌شان به فعالیت ورزشی، قبل از شرکت در برنامه، همچنین در طول جلسات، فواید اختصاصی برنامه ورزشی شرح داده شد.

و) روش‌های آماری

برای توصیف ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها از روش‌های آمار توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد)، برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (S-K)، و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t زوجی استفاده شد. تمامی محاسبات آماری از طریق نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد و نمودارها نیز با کمک نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ طراحی شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیکی آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش را در جدول ۲ مشاهده می‌کنید. در جدول ۳ عوامل خطرزا، علایم بیماری قبل از برنامه، و مشکلات بیماران در هر سه گروه به صورت خلاصه نشان داده شده است. با توجه به جدول ۴، نتایج بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون t زوجی نشان داد هر دو برنامه تمرین ورزشی تداومی و تناوبی در مقایسه با گروه کنترل، تأثیر معناداری بر موارد زیر دارد: کاهش ضربان قلب استراحتی [تداومی ($P=0/03$)، تناوبی ($P=0/00$)، و کنترل ($P=0/42$)]، افزایش فشار خون سیستولی پیشینه [تداومی ($P=0/02$)، تناوبی ($P=0/03$)، و کنترل ($P=0/18$)]، فشار خون دیاستولی پیشینه [تداومی ($P=0/14$)، تناوبی ($P=0/00$)، و کنترل

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دموگرافیکی آزمودنی‌های گروه‌های شرکت‌کننده در تحقیق

متغیرها	گروه تداومی (n=۱۲)	گروه تناوبی (n=۱۲)	گروه کنترل (n=۹)	مقدار احتمال
سن (سال)	۵۵,۹۱ (۸,۱۷)	۵۸,۱۶ (۸,۸۷)	۶۱,۷۷ (۱۰,۲۶)	۰,۳۵
قد (متر)	۱,۶۸ (۰,۰۶)	۱,۶۶ (۰,۰۵)	۱,۶۷ (۰,۱۲)	۰,۶۳
وزن (کیلوگرم)	۷۷,۱۶ (۷,۵۱)	۷۵,۰۸ (۹,۶۰)	۷۳,۷۷ (۸,۳۰)	۰,۳۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۷,۳۲ (۲,۹۱)	۲۷,۰۱ (۳,۲۰)	۲۶,۶۲ (۴,۷۷)	۰,۹۳

جدول ۳. عوامل خطرزا، علائم بیماری قبل از برنامه و م بیماران در سه گروه شرکت‌کننده در تحقیق

عوامل بالینی	گروه تداومی	گروه تناوبی	گروه کنترل	مجموع
عوامل خطرزا				
دیابت ملیتوس	۱	۴	۳	۸
پرفشارخونی	۲	۴	۵	۱۱
اختلال در چربی‌های خون	۶	۶	۲	۱۴
پیشینه خانوادگی	۵	۳	۱	۹
کشیدن سیگار	۴	۳	۲	۹
چاقی	۱	۰	۰	۱
تیپ شخصیتی نوع A	۴	۱	۲	۷
علائم قبل از درمان				
درد ناحیه سینه	۷	۶	۵	۱۹
خستگی	۰	۰	۰	۰
سرگیجه	۱	۰	۰	۱
تورم	۰	۰	۰	۰
مشکلات در حین انجام برنامه				
درد در ناحیه سینه	۲	۰	۰	۲
خستگی	۲	۰	۰	۲
سرگیجه	۰	۰	۰	۰
تورم	۲	۱	۲	۵
اختلال در خواب	۴	۰	۰	۴
مشکلات اورتوپدی	۰	۰	۰	۰

تذکر: اعداد نشان دهنده تعداد بیماران مبتلا به عوامل خطرزا است.

جدول ۵. تغییرات حاصل ضرب دوگانه باز یافت (RPPR) در گروه های تجربی و کنترل قبل و بعد از برنامه های تمرینی

زمان باز یافت	گروه تمرینی		گروه کنترل	
	میانگین	پدافست	میانگین	پدافست
قبل	1285.99	283.62	1285.99	283.62
بعد	1322.35	309.52	1270.75	270.65

جدول ۶. توصیف عوامل عملکردی قلبی به صورت میانگین (انحراف استاندارد) به تفکیک گروهها قبل و بعد از برنامه های تمرینی

متغیر	گروه تمرینی		گروه کنترل	
	میانگین	پدافست	میانگین	پدافست
هشتمین ضربان قلب در دقیقه	142.90 (14.28)	14.00	132.50 (14.50)	14.00
ضربان قلب	171.50 (14.75)	14.00	162.25 (14.75)	14.00
سایکلینگ	167.75 (14.75)	14.00	158.00 (14.75)	14.00
تکرار ضربان قلب در دقیقه	153.00 (14.75)	14.00	143.75 (14.75)	14.00
سرعت حرکت	137.75 (14.75)	14.00	128.50 (14.75)	14.00
سرعت راه رفتن	122.50 (14.75)	14.00	113.25 (14.75)	14.00
سرعت دویدن	107.25 (14.75)	14.00	98.00 (14.75)	14.00
سرعت در پیاده روی	92.00 (14.75)	14.00	82.75 (14.75)	14.00
سرعت در زمان بازیافت	76.75 (14.75)	14.00	67.50 (14.75)	14.00

بحث و نتیجه‌گیری

از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش این بود که برنامه‌های تمرینی هوازی تداومی و تناوبی پر شدت بر RPP استراحتی و بیشینه بیماران POST CABG در مقایسه با تغییرات درون گروهی گروه کنترل در حالت استراحتی و فعالیت ورزشی تأثیر فزاینده و معناداری دارد.

الف) RPP استراحتی

از نتایج اصلی این تحقیق تأثیر معنادار هر دو شیوه تمرین منتخب پر شدت بر کاهش RPP استراحتی (تداومی ۱۸/۸۸٪، تناوبی ۸/۹۶٪) بود که این نتایج با تأثیر معنادار برنامه‌های ورزشی بر کاهش معنادار ضربان قلب استراحتی (تداومی ۱۱/۳۳٪، تناوبی ۹/۴٪) و کاهش فشار خون (تداومی ۴/۴٪، تناوبی ۰/۳۵٪) آزمودنی‌ها حمایت می‌شود. دلیل کاهش کمتر فشار خون در گروه تناوبی با توجه به داده‌های جدول ۴، احتمالاً پایین بودن مقادیر اولیه آن در مقایسه با گروه تداومی است. همچنین، کاهش غیرمعنادار ولی قابل توجه ضربان قلب، و کاهش مختصر فشار خون در گروه کنترل نقش عوامل دیگر نظیر داروها، بازگشت خودبه‌خودی و فعالیت‌های بدنی روزمره و عوامل دیگر را نشان می‌دهد. این نتایج نشان‌دهنده بهبود عملکرد استراحتی و زیربیشینه عضله قلبی در پی فعالیت ورزشی است.

در پژوهش سانتاکلارا و همکارانش (۲۲) تأثیر یک سال ترکیب تمرین ورزشی هوازی و تمرین با وزنه (سه جلسه در هفته) بر RPP استراحتی در بیماران عروق کرونری بررسی شده است. نتایج این

پژوهش نشان داد برنامه تمرین ورزشی بر ضربان قلب بیشینه، فشار خون، و حاصل ضرب دو گانه تأثیر معناداری ندارد. علاوه بر این، هیچ تفاوت بین گروهی در این پارامترها برای هر یک از متغیرها قبل و بعد از آزمون دیده نشد. با توجه به اینکه فشارخون و ضربان قلب بیشینه در پژوهش سانتاکلارا و همکارانش (۲۲) معنادار نبود، حاصل ضرب دو گانه نیز افزایش معناداری نداشت.

واربورتن و همکارانش (۸) اثربخشی یک دوره برنامه فعالیت ورزشی پر شدت ۱۶ هفته‌ای را بر بازتوانی بیماران عروق کرونری بررسی کردند. نتایج نشان داد ضربان قلب استراحتی، فشارخون سیستولی و دیاستولی، و RPP استراحتی، بیشینه ضربان قلب، و RPP بیشینه، نسبت به قبل از برنامه فعالیت ورزشی تفاوت معناداری نداشت.

ب) RPP در زمان‌های ۳، ۶، و ۹

بررسی تأثیر دو شیوه تمرینی بر RPP در دقایق ۳، ۶ و ۹ آزمون ورزشی در مقایسه با قبل از برنامه و در مقایسه با گروه کنترل نشان‌دهنده تأثیر کاهنده معنادار و قابل توجه هر دو شیوه تمرینی بود. کنستانتین و همکارانش (۱۵) تأثیر فعالیت ورزشی در آب و در خشکی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد RPP در دقیقه ۶ آزمون ورزشی به میزان معناداری در هر دو گروه تمرینی بعد از برنامه در مقایسه با قبل از برنامه کمتر شد، در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری نکرد.

در پژوهش حاضر نیز RPP در دقیقه ۶، همچنین دیگر دقایق در مقایسه با پیش از برنامه، کاهش معناداری نشان داد. پژوهش‌های دیگری

را به طور معناداری افزایش داد (تمرین تداومی ۳۴۳۵ میلی متر جیوه \times ضربه در دقیقه، معادل ۲۱٪ و گروه تناوبی ۳۶۱۲ میلی متر جیوه \times ضربه در دقیقه معادل ۲۲٪ در مقایسه با گروه کنترل ۴۲۵ میلی متر جیوه \times ضربه در دقیقه معادل ۲۵٪). در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری دیده نشد. با توجه به اهمیت RPP در تجویز و بررسی غیرتهاجمی پاسخ‌های همودینامیکی خون و نیاز سوخت‌وسازی عضله قلبی، در برنامه فعالیت ورزشی باید بر افزایش RPP بیشینه در مقایسه با قبل از تمرین، و کاهش RPP زیربیشینه تأکید شود. همان طور که دیدیم، هر دو شیوه تمرینی پرشدت این فواید را به همراه داشتند.

د) RPP دوره بازیافت (RPPR)

در باره RPP دوره بازیافت و سازوکارهای درگیر در آن، پژوهش‌چندانی انجام نگرفته است. با این حال، بر اساس نتایج پژوهش حاضر (جدول ۵)، الگوی RPP بعد از فعالیت ورزشی (شکل‌های ۱-۳) کاهش یافته بود. نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر کاهش‌دهنده فعالیت ورزشی تداومی و تناوبی منتخب پرشدت بر RPPR در ۱، ۲ و ۳ بود (جدول‌های ۴ و ۵). بررسی درصد کاهش میزان RPPR در ۱ تا ۳ نشان می‌دهد بیشترین تأثیر هر دو شیوه تمرین تداومی بر RPPR در دقیقه اول است (۱۶/۴٪ در مقایسه با ۶/۹۲٪ و ۱۱/۰۵٪)، در حالی که تمرین تداومی بر RPPR دقیقه دوم تأثیر بیشتری داشته است. این در حالی است که بر دیگر زمان‌ها نیز تأثیر قابل توجهی گذاشته است (۲۲/۹۰٪ در مقایسه با ۱۷/۴۵٪ و ۱۹/۶۴٪). با بررسی جدول ۵ می‌بینیم که در مقایسه با تمرین تداومی، تأثیر تمرین

نیز نشان داده‌اند کاهش معنادار RPP در پی انجام فعالیت ورزشی ترکیبی رخ می‌دهد، نه در پی فعالیت ورزشی هوازی به تنهایی (۸). این موضوع نشان می‌دهد تمرینات ترکیبی در کاهش نیاز عضله میوکاری به اکسیژن اثربخش‌ترند که البته با توجه به پژوهش کنستانتین و همکارانش (۱۵) تفاوتی ندارد که این تمرینات در آب یا در خشکی انجام شود.

ج) RPP بیشینه

نتیجه دیگر این پژوهش افزایش ضربان قلب بیشینه (تداومی ۷/۶٪، تناوبی ۶/۹٪) و افزایش معنادار فشار خون سیستولی بیشینه (تداومی ۷/۳۵٪، تناوبی ۴/۹۲٪) در پی انجام فعالیت ورزشی تداومی و تناوبی بود که با افزایش معنادار RPP بیشینه (تداومی ۲۱/۰۴٪، تناوبی ۲۲/۰۰٪) نشان داده شده است (جدول ۴).

آدامز و همکارانش (۳) علاوه بر تأیید استفاده از RPP که روشی غیرمداخله‌ای و مهم برای تجویز فعالیت ورزشی در بیماران قلبی است، نشان دادند نوزده جلسه بازتوانی موجب بهبود عملکرد میوکاری و کاهش RPP در بار کاری یکسان و افزایش RPP بیشینه در مقایسه با قبل از تمرین می‌شود. شعبانی و همکارانش (۲۴) با بررسی تأثیر بازتوانی قلبی بر RPP زنان همدانی بعد از CABG به این نتیجه رسیدند که دوازده هفته بازتوانی قلبی RPP بیشینه بیماران را بعد از CABG به میزان ۱۰/۳٪ افزایش می‌دهد.

در پژوهش حاضر نیز هر دو شیوه تمرینی با پروتکل توضیح داده شده در جدول ۴، RPP بیشینه

سنتتاز اشاره کرد که در نهایت بازیافت سریع تر فشار خون را باعث می شود (۲۵). اینکه کدام شیوه تمرینی تداومی و تناوبی پرشدت به سازگاری بهتر و تغییرات همودینامیکی بهتر می انجامد، به تحقیقات بیشتری نیاز دارد.

ایچر و همکارانش (۹) با بررسی تأثیر شدت های کم (۴۰٪ اکسیژن مصرفی اوج)، متوسط (۶۰٪ اکسیژن مصرفی اوج)، و زیاد (۱۰۰٪ اکسیژن مصرفی اوج) بر پاسخ فشار خون بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی هوازی بر ۴۵ مرد مبتلا به پرفشار خونی به این نتیجه رسیدند که تأثیرات کاهش دهنده فشار خون ناشی از فعالیت ورزشی با روش وابسته به مقدار و سطح تلاش جسمانی جلسه تمرین وابسته است. در نهایت، انجام فعالیت ورزشی پرشدت بر کاهش فشار خون، همچنین RPP مؤثرتر است. با هر افزایش ۱۰٪ در اکسیژن مصرفی اوج، فشار خون سیستولی حدود ۱/۵ میلی متر جیوه و فشار خون دیاستولی ۰/۶ میلی متر جیوه کاهش نشان می دهد.

حمایت از این نظریه که تمرینات پرشدت هوازی، به ویژه تناوبی، فواید بیشتری را در مقایسه با دیگر شیوه های تمرینی به همراه دارند، با یافته های دیگر پژوهشگران که نشان داده اند تمرین پرشدت و تناوبی به بهبود بیشتری در حجم ضربه ای زیربیشینه، انقباض پذیری میوکاردی، و افزایش کسر جهشی در بیشینه فعالیت ورزشی منجر می شود همخوانی دارد (۱۱، ۱۸). با توجه به تحقیقات انجام شده به نظر می رسد سازگاری های مرکزی و محیطی در پی انجام تمرین ورزشی پرشدت در مقایسه با تمرین کم شدت بیشتر باشد. علاوه بر این، کاهش معنادار RPP زیربیشینه هنگام فعالیت ورزشی و افزایش

تناوبی پرشدت منتخب بر کاهش RPPR معنادارتر و بیشتر بوده است.

در مورد سازوکارهای تأثیرگذار تمرین تداومی در مقایسه با تمرین تداومی اطلاعات چندانی در دست نیست، ولی دلایل احتمالی سازگاری بیشتر در پی این شیوه تمرینی احتمالاً به دلیل تحمل بهتر و بیشتر شدت بالاتر فعالیت ورزشی توسط آزمودنی ها، با وجود فواصل استراحتی بین تمرینات است (۲۷). همچنین حفظ و تحمل فعالیت ورزشی با شدت بیشتر، احتمالاً سازگاری های مرکزی و محیطی بیشتری را در پی خواهد داشت. البته اثبات این نظریه ها نیاز به پژوهش های بیشتری دارد. به نظر می رسد با توجه به اهمیت اثبات شده ضربه قلب بازیافت، RPPR بتواند اطلاعات باارزش تری را با داشتن تغییرات فشار خون به ما دهد که این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

ه) سازوکارهای احتمالی

سازوکار کاهش RPP را می توان به عوامل چندی نسبت داد. برای مثال، بهبود عملکرد عضله قلبی و خون رسانی به آن، کارایی ساختار عضلانی - اسکلتی محیطی از طریق افزایش توده میتوکندریایی، و گرفتن اکسیژن و کاهش سطوح خونی کاتکولامین ها در فعالیت های ورزشی زیربیشینه از عوامل مؤثرند (۱۶). از سازوکارهای تأثیرگذار دیگر تمرین ورزشی بر بهبود پاسخ های همودینامیکی و کاهش RPP در بار کاری یکسان در مقایسه با قبل از انجام فعالیت ورزشی، می توان به بهبود خاصیت انبساط اندوتلیال اپی کاردی و عروق کرونری مقاوم با افزایش فعالیت NO

بیشینه ضربان قلبی است که بیمار درک می کند (۶). انجمن آمریکایی بازتوانی ریوی-قلبی و عروقی درجه تلاش درک شده ۱۱ تا ۱۵ را برای بازتوانی بیماران قلبی توصیه می کند که می توان آن را ضربان قلب بیشینه مجاز معادل ۱۵۰ ضربه در دقیقه تفسیر کرد (۵). همچنین، فشار سیستولی مطلق آستانه ۲۴۰ میلی متر جیوه هنگام فعالیت ورزشی مجاز است که با ضرب این دو آستانه بیشینه، RPP مجاز برای فعالیت ورزشی و بازتوانی قلبی و عروقی بیماران قلبی حدود ۳۴۰۰۰ تا ۳۶۰۰۰ به دست می آید. البته، با توجه به نتایج و شکل های ۱ تا ۳ مشاهده می شود که در این پژوهش بیشینه میانگین RPP به دست آمده هنگام آزمون های ورزشی در گروه های ورزشی تناوبی پرشدت ۲۰۲۸، گروه تناوبی ۱۹۷۶۰، و گروه کنترل ۱۷۰۱۵ بود. همچنین، در جلسات بازتوانی و تمرین ورزشی نیز با توجه به وضعیت بیماران اجازه داده نمی شود که هیچ گاه RPP به بیشینه میزان مجاز برسد و در صورت بالا بودن فشار خون از محدوده ۱۴ میلی متر جیوه و ضربان قلب بیشینه حدود ۱۷۰ ضربه در دقیقه، قبل از آنکه فرد به این سطح برسد، فعالیت ورزشی قطع می شود.

نتیجه گیری

با توجه به این موضوع که RPP تخمین مناسبی از اکسیژن مصرفی میوکارد در فعالیت ورزشی ایستا و پویاست، تأثیرات مثبت و کاهنده فعالیت ورزشی و تناوبی و تناوبی بر کاهش RPP در حالت بیشینه و زیربیشینه در مقایسه با گروه کنترل، نشان دهنده افزایش کارایی عضله قلبی، همچنین عضلات اسکلتی محیطی در مقایسه با قبل از آزمون ورزشی

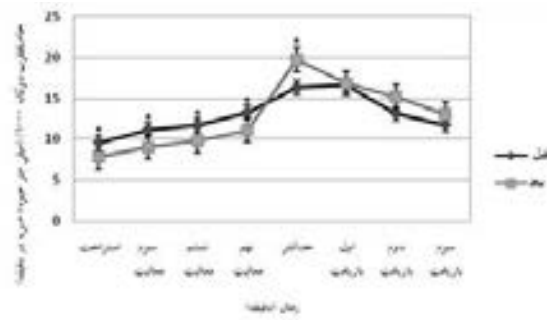
معنادار RPP بیشینه مانند نتایج دیگر پژوهش ها (۸) نشان دهنده کاهش شیوع آنژین و کاهش افت قطعه ST در RPP معین در هنگام فعالیت و افزایش توانایی قلبی و عروقی است. بنابراین، پژوهش حاضر نشان داد دو شیوه تمرینی منتخب پرشدت با توجه به خطوط راهنمای ACSM و تحقیقات باارزش قلبی (۲۶، ۲۷) عملکرد زیربیشینه و بیشینه، همچنین توانایی بازیافت قلبی را در اکسیژن مصرفی یکسان بهبود می بخشد. از این رو، نتایج این پژوهش استنادات قابل قبولی برای استفاده از این شیوه های تمرینی منتخب را در وضعیت تندرستی عمومی دارد، همان گونه که شرکت کنندگان در پژوهش قادر بودند فعالیت های روزمره را با تلاش کمتر و برای مدت زمان بیشتری انجام دهند.

و) موارد استفاده از نتایج و استفاده از RPP به عنوان شاخص مؤثر در تجویز فعالیت ورزشی

RPP معادل میزان درک تلاش و مقیاس بورگ است. هنگام فعالیت ورزشی و برنامه های بازتوانی قلبی، سطح تلاش اغلب از درجه بورگ و سطح تلاش درک شده (۶) به دست می آید که دامنه آن از ۶ تا ۲۰ است. درجه میزان درک تلاش با RPP مرتبط است، زیرا بین ضربان قلب و درجه میزان درک تلاش یا مقیاس بورگ ارتباط خطی وجود دارد (۱۲). گفته شده با اضافه کردن یک صفر به هر نقطه از مقیاس بورگ میزان درک تلاش، می توان مقادیر HR مختلف شدت کار را تخمین زد. برای مثال، سطح تلاش ۶ معادل ضربان قلب ۶۰ و سطح تلاش ۲۰ معادل ضربان قلب ۲۰۰ و معادل

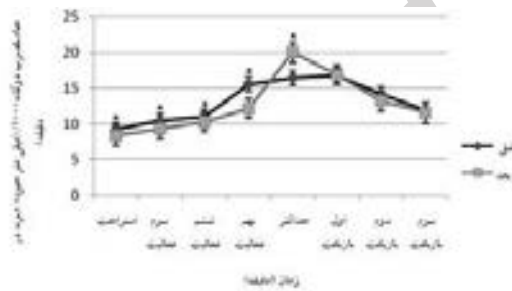
عضلات اسکلتی و دفع مواد سوخت و سازی نامطلوب هنگام فعالیت ورزشی است. به طور خلاصه، با توجه به نتایج این پژوهش می توان از RPP (استراحتی، فعالیت، و بازیافت) در ارزیابی غیرمستقیم تأثیر فعالیت ورزشی بر اکسیژن مصرفی میوکاردی استفاده کرد. این پژوهش نشان می دهد RPP روشی غیرتهاجمی، آسان، معتبر، و غیرمستقیم در برآورد مصرف اکسیژن میوکاردی بیشینه و زیربیشینه است و تأثیرات مطلوب فعالیت ورزشی را نشان می دهد.

است. کاهش معنادار ضربان قلب هنگام استراحت و افزایش هنگام فعالیت ورزشی، همچنین کاهش فشار خون هنگام استراحت و افزایش معنادار آن هنگام فعالیت ورزشی بیشینه، تأیید کننده تغییرات مطلوب RPP در گروه های ورزشی و تأثیرات نامطلوب یا عدم تأثیر در گروه کنترل است. افزایش RPP هنگام بازیافت با توجه به افزایش توانایی قلب و تحمل شدت بالاتر آزمون ورزشی احتمالاً به منظور بازیافت ذخایر از دست رفته قلبی و



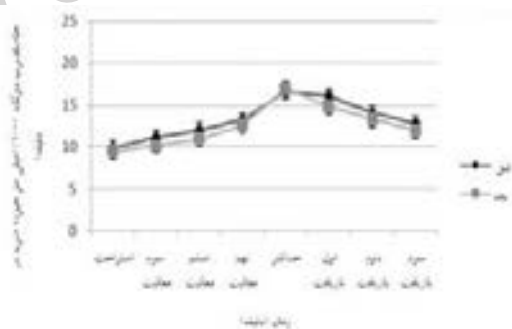
* معناداری مقایسه قبل و بعد از آزمون در مراحل مختلف ($P < 0.05$)

شکل ۱. بررسی تغییرات RPP قبل و بعد از انجام برنامه تمرینی در حین آزمون و در هنگام بازیافت در گروه ورزشی تداومی



* معناداری مقایسه قبل و بعد از آزمون در مراحل مختلف ($P < 0.05$)

شکل ۲. بررسی تغییرات RPP قبل و بعد از انجام برنامه تمرینی در حین آزمون و در هنگام بازیافت در گروه ورزشی تناوبی



شکل ۳. بررسی تغییرات RPP قبل و بعد از انجام برنامه تمرینی در حین آزمون و در هنگام بازیافت در گروه کنترل

منابع

۱. کاکلی، مهدی؛ کارگرفرد، مهدی؛ ربیعی، کتایون، ۱۳۸۸، تغییرات ظرفیت عملی بیماران پس از سکتۀ قلبی در سه دورۀ بازتوانی ورزشی، المپیک، (۴۵):۱۳۱-۱۴۱.
۲. مقرنسی، مهدی، ۱۳۸۹، اثر کوتاه مدت و طولانی مدت تمرین تداومی هوازی بر شاخص های قلبی - عروقی جدید و سُنْتی موش های نر ویستار، المپیک، (۴۹): ۷-۱۸.
3. Adams, J.; Hubbard, M.; McCullough-Shock, T.; Simms, K.; Cheng, D.; Hartman, J.; Strauss, D.; Anderson, V.; Lawrence, A.; Malorzo, E. (2010). "Myocardial work during endurance training and resistance training: a daily comparison, from workout session 1 through completion of cardiac rehabilitation. Myocardial work during endurance training and resistance training: a daily comparison, from workout session 1 through completion of cardiac rehabilitation". *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 23(2): 126-129.
4. Adams, J.; Pullum, G.; Stafford, P.; Hanners, N.; Hartman, J.; Strauss, D.; Hubbard, M.; Lawrence, A.; Anderson, V.; McCullough, T. (2008). "Challenging traditional activity limits after coronary artery bypass graft surgery: a simulated lawnmowing activity". *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 28(2):118-121.
5. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (2004). *Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 8, 115-119.
6. Borg, G. (1978). "Subjective effort in relation to physical performance and working capacity". In Pick HL Jr, ed. *Psychology: From Research to Practice*. New York: Plenum Publishing, 333-361.
7. Cole, C.R.; Blackstone, E.H.; Pashkow, F.J., et al. (1999). "Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality". *N Engl J Med*, 341:1351-7.
8. Darren, E.R. Warburton; McKenzie, Donald C.; Haykowsky, Mark J.; Taylor, Arlana; Shoemaker, Paula; Ignaszewski, Andrew P.; Sammy, Y.; Cardiol, Chan (2005). "Effectiveness of High-Intensity Interval Training for the Rehabilitation of Patients With Coronary Artery Disease". *Am J*, 95:1080-1084.
9. Eicher, J.D.; Maresh, C.M.; Tsongalis, G.J.; Thompson, P.D.; Pescatello, L.S.; Storrs; Hartford, C.T. Lebanon, N.H. (2010). "The additive blood pressure lowering effects of exercise intensity on post-exercise hypotension". *Am Heart J*, 160:513-20.
10. Gobel, F.L.; Norstrom, L.A.; Nelson, R.R.; Jorgensen, C.R. and Wang, Y. (1978). "The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris". *Circulation*, 57; 549-556.
11. Hagberg, J.M.; Ehsani, A.A.; Holloszy, J.O. (1983). "Effect of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease". *Circulation*, 67:1194 -1199.
12. Hatmi, Z.N.; Tahvildari, S.; Gafarzadeh Motlag, A.; Sabouri Kashani, A. (2007). "Prevalence of coronary artery disease risk factors in Iran: a population based survey". *BMC Cardiovascular Disorders*, 1471-2261-7-32.
13. Kemi, Ole; Wisløff, Johan (2010). "High-Intensity Aerobic Exercise Training Improves the Heart in Health and Disease". *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation & Prevention*, 30 (1): 2-11.
14. Kinney LaPier, T. (2007). "Functional status of patients during subacute recovery from coronary artery bypasses surgery". *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*, 36 (2): 114-124.
15. Konstantinos, A.; Volaklis, Apostolos; Spassis, Th.; Savvas, P.; Tokmakidis, Komotini (2007). "Land versus

- water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness". *Am Heart J*, 154:560.e1-560.e6.
16. Lawrence, J.; Laslett, Linda; Paumer, Ezra; Amsterd, A. (1985). "Increase in myocardial oxygen consumption indexes by exercise training at onset of ischemia in patients with coronary artery disease". *Circulation*, 71(5): 958-962.
 17. Morag, K.; Thow, Dip (2006). *Exercise Leadership in Cardiac Rehabilitation*. John Wiley & Sons Ltd.
 18. Oberman, A.; Fletcher, G.F.; Lee, J.; Nanda, N.; Fletcher, B.J.; Jensen, B.; Caldwell, E.S. (1995). "Efficacy of high-intensity exercise training on left ventricular ejection fraction in men with coronary artery disease (the Training Level Comparison Study)". *Am J Cardiol*, 76:643- 647.
 19. Petersen, S.; Rayner, M. (2003). *Coronary Heart Disease Statistics*. London: British Heart Foundation.
 20. Piotrowicz, E.; Baranowski, R.; Piotrowska, M.; Zielin´ Ski, T.; Piotrowicz, R. (2009). "Variable Effects of Physical Training of Heart Rate Variability, Heart Rate Recovery, and Heart Rate Turbulence in Chronic Heart Failure". *Journal compilation C*, 32(1): 113-115.
 21. Powers, S.K.; Howley, E.T. (2007). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. 6th ed. New York: McGraw-Hill, pp.193.
 22. Santa-Clara, H.; Fernhall, B.; Mendes, M.; Bettencourt Sardinha, L. (2002). "Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold in patients suffering from coronary artery disease". *Eur J Appl Physiol*, 87: 568-575.
 23. Sarrafzadegan, N.; Rabiei, K.; Kabir, A., et al. (2008). "Changes in lipid profile of patients referred to a cardiac rehabilitation program". *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 15 (4):467-72.
 24. Shabani, R.; Gaeini, A.A.; Nikoo, M.R.; Nikbackt, H.; Sadegifar, M. (2010). "Effect of Cardiac Rehabilitation Program on Exercise Capacity in Women Undergoing Coronary Artery Bypass Graft in Hamadan-Iran". *Int J Prev Med*, 1(4): 247-251.
 25. Vy-Van, Le.; Mitiku, Teferi; Sungar, Gannon; Myers, Jonathan and Froelicher, Victor (2008). "The Blood Pressure Response to Dynamic Exercise Testing: A Systematic Review". *Progress in Cardiovascular Diseases*, 51(2):135-160.
 26. Whaley, M.H.; Brubaker, PH. (2005). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 7rd ed. Lippincott Williams & Wilkings, Philadelphia, pp: 55-89.
 27. Wisløff, U.; Støylen, A.; Loennechen, D.J.P.; Bruvold, M.; Rognum, Ø.; Magnus Haram, P.; Tjønnå, A. E.; Helgerud, J.; Slørdahl, S. A.; Lee, S. J.; Videm, V.; Bye, A.; Smith, G. L.; Najjar, S.M.; Ellingsen, Ø.; Skjærpe, T. (2007). "Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients: A Randomized Study". *Circulation*, 115: 3086-3094.
 28. World Health Organization (1995). *Prevention and Control of Cardiovascular Disease*. Alexandria, Egypt: Ala'din Alwan.